

UDC 55

CODEN – GEOME 2

ISSN 0352 – 1206

GEOLOGICA MACEDONICA



Geologica Macedonica	Год.	стр.	Штип
Geologica Macedonica	Vol.	pp.	Štip
	17	1-94	2003

MINERALOGICAL CHARACTERISTICS OF ANDRADITE AND GROSSULAR OF THE SASA ORE FIELD

Tena Šijakova-Ivanova, Vesna Zajkova-Paneva

*Faculty of Mining and Geology, Sts. Cyril and Methodius University,
Goce Delčev 89, MK–2000 Štip, Republic of Macedonia*

Abstract: The paper presents the mineralogical characteristics of garnets (andradite and grossular) of the Sasa ore field. Investigations were carried out in the Institute for Crystallography and Petrography in Zurich, Switzerland, and in the laboratory of the Faculty of Mining and Geology, Štip.

Key words: andradite; grossular; skarn minerals; icositetrahedron

INTRODUCTION

The area comprising the Sasa ore field is made up of schistose mica granitoporphyries, quartz diorite-plagiogranite, quartz latites, graphite and phyllite schists, cipolines and skarns.

Skarns are linked with the major fault zones and the Svinja Reka and Kozja Reka districts. They occur in a series of quartz graphyte schists and cipolines.

The minerals formed during the skarns stage include bustamite, augite, diopside, ilvaite, hedenbergite, johansenite, rhodonite, actinolite, garnets-grossular, andradite.

Detailed data of the petrographic composition of the rocks and ore occurrences have been reported by Radusinovic (1952), Pendžerkovski (1962) and Bogoevski (1962), (1964). The Institute for geological and mineralogical and nuclear investigations and mineral resources in Belgrade published a project analysis about the mineralogical-petrological-genetic, geochemical and structural studies of the Sasa-Toranica ore field. Garnets were first found by Bogoevski (1964), Barić (1972), Šijakova-Ivanova (1989) and Aleksandrov (1992).

Andradite

Andradite occurs in mono-mineral aggregates, horizons VIII/5, III/3, XIIb/2, XIIb/3 and other ore bodies. It is dark red in colour. Its luster

is vitreous. Hardness is 7.32 and specific gravity 3.95. A look with naked eye at larger crystals shows that they are built of icositetrahedron planes (Figs. 1 and 2). Figure 3 shows the crystal habit of andradite. Occasionally it is affected by sulphide replacement that forces or cements it. (Aleksandrov, 1992).

Under a microscope idiomorphic crosscuts can be observed. The crystals are unisotropic. Zonal composition is discernible. It possesses a high relief. Refraction index exceeds 1.740 (Figs. 4 and 5).



Fig. 1 Andradite grains of the Svinja Reka deposit, Sasa ore field ($\times 15$)



Fig. 2. Andradite grains of the Svinja Reka deposit, Sasa ore field ($\times 30$)

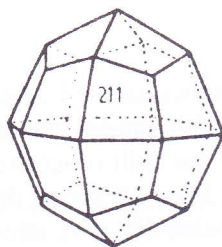


Fig. 3 Crystal habit of andradite of Sasa

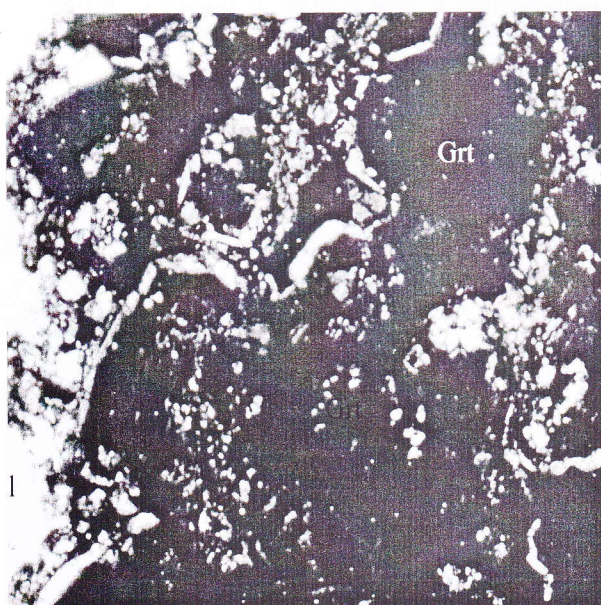


Fig. 4. Microphotograph of andradite and calcite, ($\times 50$, N+) of the Svinja Reka, the Sasa ore field.

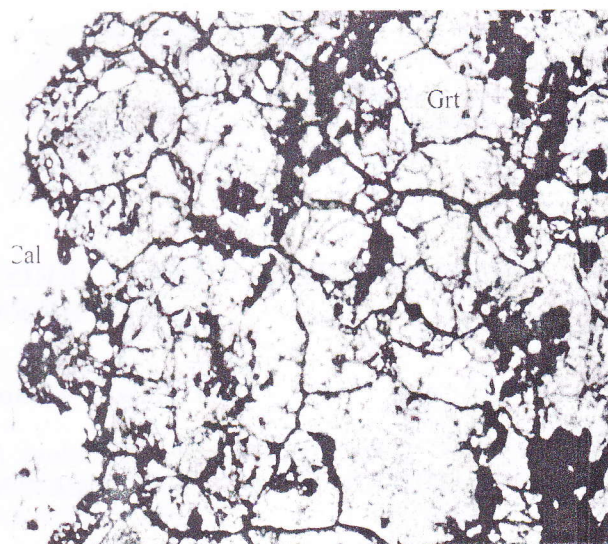


Fig. 5. Microphotograph of andradite and calcite II N, ($\times 50$, II N) of the Svinja Reka, the Sasa ore field.

Table 1 indicates that the Sasa andradite is rich in manganese. Other skarn minerals in Sasa also enriched in manganese are ilvaite, rodonite, bustamite, johansenite and actinolite. This is highly likely that solutions that made contact metasomatic processes available were rich in manganese. However, it is also likely that parental rocks (quartz graphyte schists and cipolines) were rich in manganese.

Table 1
Chemistry of andradite of Sasa

	1	2	3	4	5
SiO ₂	35.83	35.75	35.74	35.98	34.91
TiO ₂	—	—	—	—	—
Al ₂ O ₃	—	—	—	—	0.69
Fe ₂ O ₃	30.60	30.60	29.86	30.34	30.40
MnO	2.95	2.96	3.38	2.81	—
MgO	0.14	0.15	0.26	—	0.58
CaO	30.79	30.56	30.72	30.84	33.20
Total	100.51	100.25	100.18	100.18	99.97
O=12					
Si	3.03	3.03	3.03	3.05	2.95
Al	—	—	—	—	0.05
T site	3.03	3.03	3.03	3.05	3.00
Ti	—	—	—	—	—
Fe ³⁺	1.95	1.95	1.90	1.94	1.94
O site	1.95	1.95	1.90	1.94	1.94
Mn	0.21	0.21	0.24	0.20	—
Mg	0.02	0.02	0.03	—	0.07
Ca	2.79	2.78	2.79	2.81	3.01
A site	3.02	3.01	3.06	3.01	3.01
O	12	12	12	12	12

1, 2, 3 and 4 are of Svinja Reka, XIIb/3, Sasa
5. Andradite of Reskovička Reka, Yugoslavia (Mayer, 1954)

X-ray diffraction analysis

X-ray diffraction analyses were carried out with a Philips diffractometer. Copper anticatode with nickel filter was used in conditions of 40 kV and 20 A. D-values obtained are consistent with literature data card JCPDS 10-288. The results obtained are as follows: d: 3.021 (6) – 2.713 (10) – 2.562 (3) – 2.457 (5) – 1.955 (3) – 1.667 (2) – 1.654 (1) – 1.611 (6).

Grossular

Grossular occurs in horizons VII/22, VII/23, VII/5, III/3, III/5, IVb/1, XII/1 etc. mainly with bustamite, and seldom with bustamite and rodonite. It occurs in well developed crystals that are finer than those of andradite being commonly incomplete (Fig. 6). It is honey yellow in colour. Lustre is vitreous. It is transparent and isotropic under a microscope. Chemistry of grossular of Sasa is shown on Table 2. Table 3 shows Molecular percentages of end members of the group. Three-component diagram of andradite-grossular-spessartine is shown on Fig 7.

Table 2

Chemistry of grossular of Sasa

	1	2	3
SiO ₂	39.310	38.532	37.111
TiO ₂	0.283	–	0.363
Al ₂ O ₃	22.115	20.718	22.521
Fe ₂ O ₃	0.536	3.112	3.227
FeO	0.423	0.423	0.423
MnO	0.568	0.632	0.541
MgO	–	0.210	–
CaO	37.156	34.516	35.312
Total			
O=12			
Si	2.951	2.981	2.829
Al	0.049	0.019	0.171
T site	3.00	3.00	3.00
Al ^{vi}	1.906	1.868	1.851
Fe ³⁺	0.054	0.206	0.209
Ti	0.016	–	0.021
O site	1.976	2.074	2.081
Mg	–	0.024	–
Mn	0.036	0.041	0.035
Ca	2.988	2.861	2.884
A site	3.024	2.926	2.919

1, 2, and 3 grossular, Svinja Reka – south XII B/1 Sasa

Table 3

Molecular percentages of end members of the group

	1	2	4
Almandine	–	–	–
Andradite	2.74	9.91	10.05
Grossular	96.07	87.84	88.75
Pyrope	–	0.83	–
Spessartine	1.19	1.42	1.20

1, 2, and 3 grossular, Svinja Reka – south XII B/1 Sasa

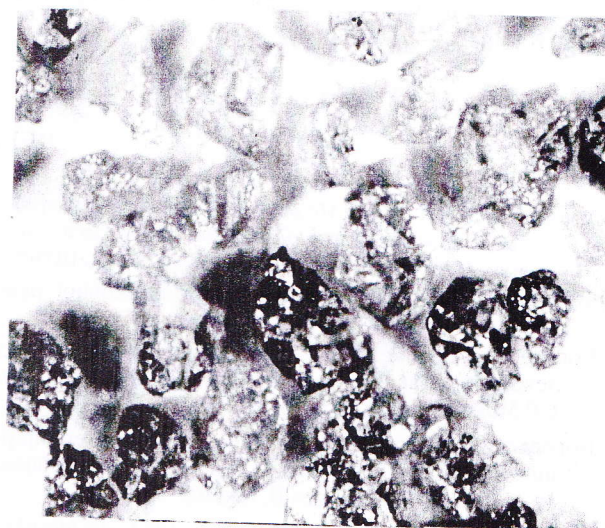


Fig. 6. Grossular grains of the Svinja Reka deposit, Sasa ore field, (x 20)

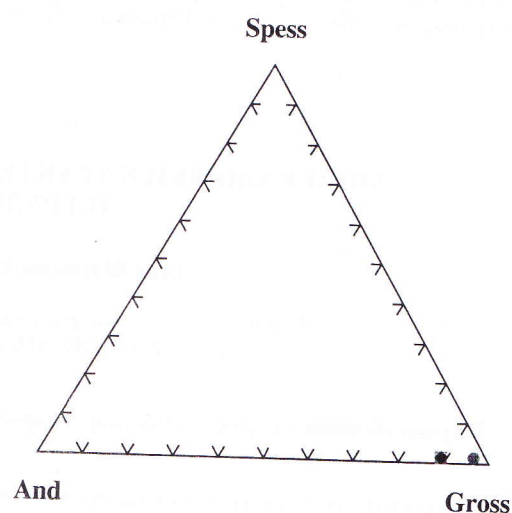


Fig. 7. Three-component diagram of andradite-grossular-spessartine in the skarns of Sasa

X-ray diffraction studies

X-ray diffraction studies were carried out with Philips diffractometer. Copper anticatode with nickel filter was used in conditions of 40 kV and 20 A.

Results obtained are consistent with literature data and JCPDS 3-801 cards.

The results obtained are as follows: d: 3.126 (45) – 3.045 (12) – 2.761 (45) – 2.511 (16) – 1.955 (3) – 2.379 (6) – 1.993 (6) – 1.961 (41) 1.937 (6) – 1.697 (9) 1.673 (20) – 1.633 (20).

CONCLUSION

Andradite and grossular of the Sasa ore field were formed during skarn stage at about 800 °C simultaneously with the development of bustamite. Andradite included the excess manganese oxide in its lattice that remained after the formation of bustamite, whereas the total of Al_2O_3 was included in grossular.

It should be pointed out that andradite is practically difficient in Al_2O_3 . It can be said that it is pure andradite.

It is likely that andradite developed with the accession of Fe_2O_3 and SiO_2 . $3CaCO_3 + Fe_2O_3 + SiO_2 = Ca_3Fe_2SiO_3O_{12} + 3CO_2$. Nevertheless, this process took place with no volume changes but with loss of CO_2 (Vermas, 1952).

REFERENCES

- Александров, М., 1992: *Металоженейски карактеристики на полиметаличното рудно поле Саса – источно Македонија*. Докторска дисертација, Штип.
- Барић, Љ., 1972: Андрадит из оловно-цинковног рудника Саса у Македонији, *Bulletin scientifique*, **17**, 3.
- Богоевски, К., 1962: Геологија на оловно-цинковното лежиште "Саса", *Труд. на Геолошкиот завод на СР Македонија*, **9**, 145–168.
- Богоевски, К., 1964: Металогенија везана за терцијарни магматизам у области Осогово-Бесна Кобила. *Реф. VI советување*, дел II, Охрид.
- Deer W. A., Howie R.A. and Zussman J., 1982: *An Introduction to the Rocks Forming Minerals*.
- Majer, V., 1954: Granat aus dem Bäche Reškovica in Ostserbien, *Bull. Geol., Zagreb*, **5–7**, 370.
- Пенџерковски, Ј., 1962: Краток преглед на геолошката града на областа Саса–Тораница, *Труд. на Геолошкиот завод на СР Македонија*, **9**, 71–80, Скопје.
- Radusinović, D., 1952: Izveštaj o prospekciji sela Sase na Osogovu. *Fond stručne dokumentacije*. Geoinstitut, Beograd.
- Vermas F. H. S., 1952: Manganese – iron garnet from Otjosondu, South-West Africa. *Miner. magazine*.
- Šjakova-Ivanova, T., 1989: *Kristalografske i kristalohemiske karakteristike nemetalčnih minerala iz skarnova rudnog polja Sase*. Magistarski rad, RGF – Beograd.
- Институт за геолошко-рударски истражувања и испитувања на нуклеарните и други минерални сировини, Београд, 1975: *Елаборат за минералошко-петролошко-генетскиот, геохемискиот и структурниот изучувања на рудното поле Саса–Тораница*.
- JCPDS 3-801.
- JCPDS 10-288.

Резиме

МИНЕРАЛОШКИ КАРАКТЕРСТИКИ НА АНДРАДИТ И ГРОСУЛАР ОД РУДНОТО ПОЛЕ САСА

Тена Шијакова-Иванова, Весна Зајкова-Панева

¹Рударско-геолошки факултет, Универзитет "Св. Кирил и Методиј", Гоце Делчев 89, МК-2000 Штип, Република Македонија

Клучни зборови: андрадит; grosular; скарновски минерали; икоситетраедри; ромбододекаедри

Андрадитот од Саса се појавува во мономинерални агрегати. По боја е темно црвен. Сјајност има стаклеста. Кај покрупните кристали со голо око може да се види дека се изградени од икоситетраедарски рамнини. Под микроскоп можат да се видат идио-

морфни пресеци. Од определениот хемиски состав може да се види дека тој е збогатен со манган. Со манган се збогатени и другите скарновски минерали во Саса: илваит, родонит, бустамит, јохансенит и актинолит. Ова покажува дека растопите (растворите) кои извр-

шиле контактна метасоматоза веројатно биле богати со манган. Меѓутоа не се исклучува и можноста матичните карпи (кварц-графитични шкрилци и циполини) да биле збогатени со манган.

Гросуларот се јавува речиси редовно со бустамит, а доста ретко заедно со бустамит и родонит. Се појавува во добро оформени кристали кои се поситни од кристалите на андрадитот и кои најчесто се недооформени. По боја е медесто жолт. Сјајност има стаклеста.

Рендгенско дифракционите испитувања се направени со Филипсов дифрактометар. Употребена е

бакарна антикатада со никелен филтер, при услови од 40 kV и 20A.

Резултатите од овие испитувања се во добра согласност со литературните податоци презентирани во Deer, Howie and Zussman (1982), како и JCPDS 3-801, JCPDS 10-288.

Андрадитот и гросуларот од рудното поле Саса се создавани во скарновскиот стадиум на околу 800 °C паралелно со создавањето на бустамит. Андрадитот го вклопува вишокот на манганов оксид во својата решетка, кој останува по создавањето на бустамит, додека целата количина на Al_2O_3 е вградена во гросулар.